

Retos para una fruticultura eficiente y sostenible

La respuesta a los retos del futuro con una mirada retrospectiva al pasado

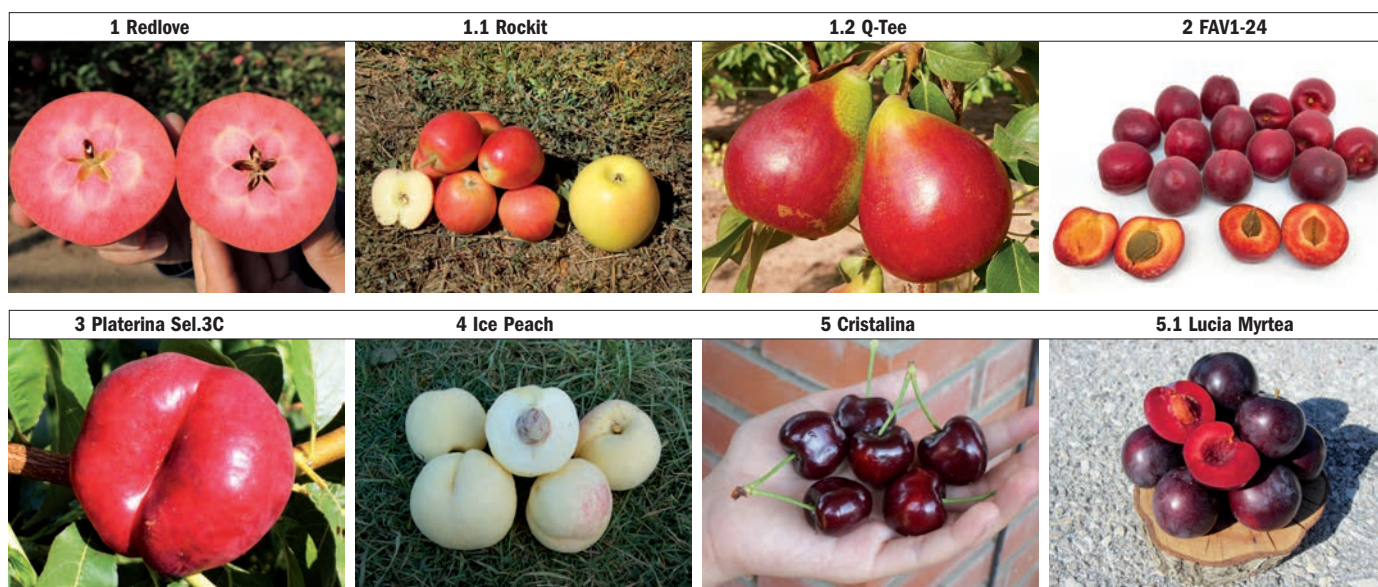
La producción de las diferentes especies de fruta dulce en España se aproxima a los 3 millones de toneladas anuales, con una superficie cercana a las 200.000 hectáreas en el año 2020. Ello lo convierte en el segundo subsector, incluyendo los cítricos, por su aportación a la Producción Final Agraria, con el 18% de la misma. Las especies de hueso, en particular el melocotonero y el cerezo, han ido ganando importancia en detrimento de las especies de pepita, ya sea manzano o peral, tendencia que se ha invertido en los últimos años por el retroceso del melocotonero, debido a la crisis de precios en el período 2014-2019. Dicho incremento se debió fundamentalmente a la mejor adaptación de las especies de hueso a los climas secos y calurosos que caracterizan la mayoría de zonas frutícolas de España. En el **cuadro I** se resume la aportación por especies tanto a la superficie como a la producción nacional.

Una mirada retrospectiva al sector de la fruta dulce en España en la tecnología de producción, permite observar importantes cambios en las últimas décadas. Cambios necesarios por la cambiante coyuntura política, económica y social a la que el sector ha debido adaptarse constantemente a base de la innovación, que siempre le ha caracterizado. Citar como hechos significativos la entrada de España a

Ignasi Iglesias. Dr. Ingeniero agrónomo.

El presente artículo y dada la complejidad de la cadena de valor de la fruta desde el productor hasta el consumidor, se centra únicamente en el apartado de la tecnología de producción y concierne por tanto a los productores de fruta. En particular se describen los tres pilares que la sustentan: la innovación en material vegetal (variedades y patrones), los sistemas de conducción y la tecnología de producción.





Ejemplos de innovación varietal en diferentes especies de fruta dulce.

la Comunidad Económica Europea en 1986, la progresiva globalización de los mercados y de los intercambios comerciales, las crisis de precios recurrentes y el aumento continuado de los costes de producción, el giro a las políticas verdes (Green Deal) de la Unión Europea a partir del año 2020 con la sostenibilidad como telón de fondo, y más recientemente la adaptación a los efectos de la Covid-19 y a la revolución tecnológica en curso. A ello hay que añadir las exigencias o demandas cambiantes de la sociedad y su mayor sensibilidad a los aspectos medioambientales, en particular la protección del clima y la lucha contra el cambio climático. Las demandas de los consumidores en múltiples aspectos como calidad gustativa, innovación, facilidad de consumo, productos ecológicos, precio o aspectos relacionados con la salud, cada vez más importantes.

El presente artículo y dada la complejidad de la cadena de valor de la fruta desde el productor hasta el consumidor, se centra únicamente en el apartado de la tecnología de producción y concierne por tanto a los productores de fruta. En particular se describen los tres pilares que la sustentan: la innovación en material vegetal (variedades y patrones), los sistemas

de conducción y la tecnología de producción. La integración holística de los mismos es lo que ha conducido y sin duda conducirá hacia la fruticultura del futuro, basada en una producción cada vez más eficiente y sostenible de la mano de la innovación tecnológica. La sostenibilidad ambiental de la producción y de las rentas de los productores constituirán la hoja de ruta que deberá transitar el sector para adaptarse a los requisitos establecidos en el marco del Pacto Verde de la Unión Europea. La sostenibilidad ambiental requiere de la intensificación de las plantaciones como requisito para la eficiencia de los inputs. En esta intensificación sostenible,

CUADRO I SUPERFICIES Y PRODUCCIONES DE LAS PRINCIPALES ESPECIES DE FRUTA DULCE EN ESPAÑA EN EL AÑO 2019 Y 2020.

Especie	Superficie 2019 (ha)	Producción media 2019-2020 (t)
Manzano	29.637	511.278
Peral	20.623	306.315
Melocotonero	77.464	1.454.600
Cerezo	27.604	112.398
Albaricoquero	20.235	159.662
Ciruelo	14.851	178.383
Total	190.414	2.722.636

Fuente: elaboración propia a partir de los datos de 2020 de Afrucat, Mapa, Europech y Prognosfruit.

el material vegetal (patrones y variedades), la forma y el volumen de copa (bidimensional y de pequeño volumen) y la tecnología del cultivo (mecanización, monitorización, etc.) constituirán las bases para alcanzar la eficiencia en el uso de inputs como la mano de obra, los productos fitosanitarios, el agua y los nutrientes.

Material vegetal: variedades y patrones

Variedades

La variedad constituye sin duda la piedra angular en fruticultura, pues al final se traduce en la innovación para el consumidor. Por una parte, la creación varietal aporta y amplía las perspectivas de los consumidores en aspectos tan importantes como la calidad gustativa, la comodidad de consumo, la diversidad de tamaños, colores y formas, la diversidad de fechas de recolección y los aspectos nutraceúticos y de salud. Esta innovación deberá por tanto añadir valor en destino y a los productores, la base de la cadena.

Al progreso aportado por la mejora genética tradicional se ha unido en las últimas décadas el avance de la ingeniería genética y de las técnicas de edición genómica. En el **cuadro II** se expone a modo

de ejemplo un resumen de la innovación varietal en diferentes especies. Como común denominador a todas ellas, citar como objetivos de la mejora la presentación visual de los frutos, en particular color y calibre; las características organolépticas, como textura, jugosidad, o dulzor; la tolerancia a enfermedades como el moteado, oídio o monilia, entre otras; la ampliación de los calendarios de maduración; menores requerimientos en horas frío; adaptabilidad a diversas condiciones climáticas y buen comportamiento en postcosecha.

Como ejemplo de esta innovación destacar las nuevas variedades de manzana con texturas jugosas y crujientes y sabor dulce o equilibrado (Honey Crisp, Envy, Sweet Tango o Cosmic Crisp, etc.), las tolerantes a moteado (Story, Opal, Bonita, Innogo, etc.), las de calibre pequeño y su facilidad de consumo (Rockit, Isaac) o las de pulpa roja con diversos colores de epidermis (serie Kisabelle).

En peral un objetivo destacable ha sido la tolerancia o resistencia al fuego bacteriano, seguido de innovación en la presentación de los frutos (Q-Tee, Cheeky, Cape Fire, etc.) y en su textura y comportamiento en postcosecha (serie Pika).


El melocotonero es sin duda la especie donde la creación varietal ha sido mayor con numerosas variedades en todas las tipologías de fruto, aunque de forma global no han aportado un salto diferencial comparado con otras especies en lo referido a textura, colores de pulpa o tolerancia a enfermedades y plagas. La mejora se ha centrado fundamentalmente en la presentación de los frutos (color y calibre), la ampliación de los calendarios de maduración, el sabor (con la aparición de la nectarina Big Top subácida y las numerosas variedades obtenidas con texturas slow-melting y sabor dulce), la forma (desarrollo de variedades de melocotón plano o paraguay), las variedades con

CUADRO II

EJEMPLOS DE INNOVACIÓN VARIETAL EN DIFERENTES ESPECIES FRUTÍCOLAS.

Especie	Varietades de referencia	Varietades en desarrollo
Manzana	Gala, Red Delicious, Golden, Fuji, Pink Lady.	Kanz, Honey Crisp, Envy, Sweet Tango, Cosmic Crisp, Rockit, Jazz.
Pera	Ercolini, Blanquilla, Conference, Williams, Comice.	Elliot, Q-Tee, Cheeky, Fred, Pika series, Cape Fire, Red Sienna Pride.
Melocotonero	Red Heaven, Rich Lady, Big Top, Luciana, Venus, Catherina, Sweet Cap.	Sweet Henry, Lucius, Omega, Netix-30, Kinolea, Jalón, Flatbuzz, Filoé, Perla-2521, Cakedelice.
Cerezo	Early Bigy, Burlat, Sunburst, New Star, Summit, Lapins, Regina.	Royal Tioga, Nimba, Frisco, Sweet Ariana, Santana, Senntennial.
Albaricoquero	Wondercor, Moniquí, Bergarouge, Oscar, Mirlo Blanco, Orangered.	Florpria, Lido, Colorado, Rojo Pasión Priscia, Farbaly, Swired, Aprisweet.
Ciruelo japonés	Black Gold, Black Amber, TC-Sun, Larry Ann, Shiro, Angeleno.	Sweet Peeketa, Lovita, Vampire, Lucia Myrtea, Victoria Myrtea.

FIG. 1 Portainjertos disponibles en diferentes especies frutícolas ordenados en función del vigor conferido a la variedad injertada.



ESPECIE	Muy alto	Alto	Alto-medio	Medio	Medio-bajo	Bajo
MANZANO	Franco, M-25	M-4, M-793, MM-111	M-7, MM-106 G-257, G-969	M-26 G-41, G-213	M-9 EMLA o NAKB G-11	M-27, B-9 G-65
PERAL	Kirschensaler, BP-3, OHF-93	OHF-87, BP-1 Fox-9	BA-29 Pyrodwarf	M-A	M-H	M-C
MELOCOTONERO	GF-677 Garnen	Montclar, GF-305 Cadaman	Rootpac-R Tetra, Penta	Adesoto-101 Rootpac-40 Isthara	MP-29, Rootpac-20	
CEREZO	F-12/1, Colt Sta. Lucia (SL-64)	Adara, Maxma-14 Gisela 12, PI-KU 1	Gisela-6 Weirroot-158	Gisela 5 Clinton	Gisela-3, Lake Cass, Crawford	Clare Damil
ALBARICOQUERO	Franco albaricoquero	Mirobolan 29C	Montclar, GF-305 AP-65	Adesoto-101 Isthara		
CIRUELO EUROPEO	Marianna 2624	Mirobolan 29C	Rootpac-R Tetra Penta	Isthara	Rootpac-20	
CIRUELO JAPONÉS	Marianna GF 8/1	Adara		Adesoto-101 Miral 3278-AD		

bajo reposo invernal o low-chilling adaptadas a climas donde antes no era posible la producción de melocotón de calidad y más recientemente las de pequeño calibre, de pulpa roja o las tolerantes a diversas plagas (pulgón verde) y enfermedades (abolladura y oídio). La gama varietal existente hace tan solo dos décadas se ha renovado casi en su totalidad a excepción de las pavías (carne dura y hueso adherido).

Análogamente ha ocurrido en el cerezo, donde la mejora se ha centrado principalmente en la autofertilidad, la productivi-

dad, el calibre y la calidad gustativa. La sensibilidad al cracking de la mayoría de variedades de recolección precoz o semi-precoz sigue siendo un factor limitante.

En albaricoquero, el cambio ha sido sustancial en lo referido a la presentación del fruto (color y calibre), calidad gustativa y fechas de maduración. A ello hay que añadir la autofertilidad de muchas variedades y la tolerancia a la sharka.

En ciruelo europeo la innovación ha sido menor en comparación con el japonés, donde se han registrado más de

noventa nuevas variedades en tan solo diez años. La presentación de los frutos (color y calibre), color en todas sus gamas, la alta calidad gustativa (sabor y textura) y el buen comportamiento en postcosecha han sido los objetivos de la mejora genética.

Patrones

Como se acaba de exponer, la variedad juega un papel determinante en la innovación de producto y su consecuente valorización por el consumidor en beneficio del productor. El patrón suele ocupar un lugar secundario, pero su importancia es clave tanto en la adaptación a las condiciones edáficas específicas, como en el vigor del árbol, la eficiencia productiva y las características del fruto conferidas a la variedad (color, calibre, °Brix, etc.).

La evolución de la fruticultura desde mediados del siglo XX se ha caracterizado por la reducción progresiva del volumen de copa y el tránsito hacia copas más bidimensionales, aunque con diferencias entre especies. Este proceso ha ido asociado a la utilización progresiva de patrones enanizantes o semienanizantes. Ello ha conducido a la intensificación progresiva de las plantaciones, que posibilitan una entrada en producción más rápida, pero con una mayor inversión inicial.

El control del vigor resulta en árboles más pequeños, con una mayor eficiencia productiva debido a la genética del patrón y a que disponen de menor madera estructural, con frutos insertados más cerca del canal de savia con una mejor disponibilidad de fotoasimilados. La disminución del volumen unida a copas más bidimensionales se traduce en la reduc-



Portainjertos con vigor controlado, intensificación de las plantaciones con formas axiales y copas bidimensionales y de fácil acceso, han constituido un gran progreso en la eficiencia de la recolección y abre las puertas a la robotización de la misma (abajo).

ción de zonas de sombreado, una mejor exposición de los frutos a la luz y una calidad más uniforme. El impacto de los nuevos patrones ha sido variable entre especies, indicándose los más significativos en la **figura 1**.

El manzano ha sido sin duda la especie de referencia en cuanto al uso de

patrones enanizantes, por el gran impacto que a partir de 1950 y hasta la actualidad ha tenido a escala mundial el M9 y sus diferentes selecciones. A este patrón se unieron otros de East Malling y en las últimas décadas diferentes selecciones de la serie Geneva (Cornell-EE.UU).

En peral, el uso de los membrilleros se ha generalizado en la mayoría de países a excepción del norte de Europa, norte de EE.UU, China y Sudáfrica.

En melocotonero, los patrones vigorosos (GF-677, Garnem, etc.) asociados al sistema de formación en vaso de mayor o menor volumen siguen siendo los más utilizados, aunque se dispone de diferentes opciones para plantaciones más intensivas en eje o doble, la mayoría híbridos interespecíficos (**figura 1**).

En cerezo, también las formas en vaso de pequeño o medio volumen son las más utilizadas con patrones como Adara o SL-64. Sin embargo, en los últimos años cada vez son más importantes las plantaciones intensivas asociadas a copas bidimensionales y patrones de vigor medio-bajo como Adara en España y los de la serie Gisela en países como Chile, Italia y Alemania.

En albaricoquero y ciruelo la situación es similar a la del melocotonero, utilizándose mayoritariamente patrones vigorosos como Mirobolán 29C o Marianna, respectivamente (**figura 1**). La disponibilidad de patrones de vigor medio y bajo (Isthara, Rootpac-20) ha posibilitado plantaciones más intensivas, con copas de menor volumen y formas planas. En cualquier caso, el conocimiento de su comportamiento agronómico y de su capacidad de adapta-

ción a las diferentes zonas de producción son claves para determinar su interés en futuras plantaciones. En todas las especies es patente la progresiva intensificación de plantaciones con la utilización de patrones de menor vigor y la menor dependencia de reguladores de crecimiento por las crecientes restricciones y limitaciones a su utilización.

Sistema de conducción

Una mirada retrospectiva a la evolución de la conducción en frutales evidencia una nítida tendencia hacia la disminución del volumen de copa y a la utilización de copas más bidimensionales, con situaciones diferentes entre especies. Los menores volúmenes de copa a partir de árboles más pequeños han llevado a una progresiva intensificación, es decir, a un mayor número de plantas por unidad de superficie. Ello unido a la necesidad de una estructura de soporte que implica un mayor coste de plantación, compensado por una mayor rapidez de entrada en producción, por costes de producción inferiores durante toda la vida de la plantación y el control del vigor sin la necesidad del uso de reguladores de crecimiento.

La combinación específica patrón/variedad elegida en base a los condicionantes edafoclimáticos y del mercado, condicionará el sistema de formación a desarrollar. Este se traducirá además de una entrada en producción más o menos rápida en un volumen y forma de copa específicos con consecuencias importantes en el manejo de la plantación. En particular determinará el grado de accesibilidad a la copa de la



La mecanización permite un importante ahorro de la mano de obra. La mayor eficiencia se consigue con copas bidimensionales y buena accesibilidad a máquinas y personas.

mano de obra, las máquinas y los pesticidas, su eficiencia y, consecuentemente, el coste de producción. En frutales, la mano de obra representa entre el 40 y el 70% de dicho coste, seguido por la protección del

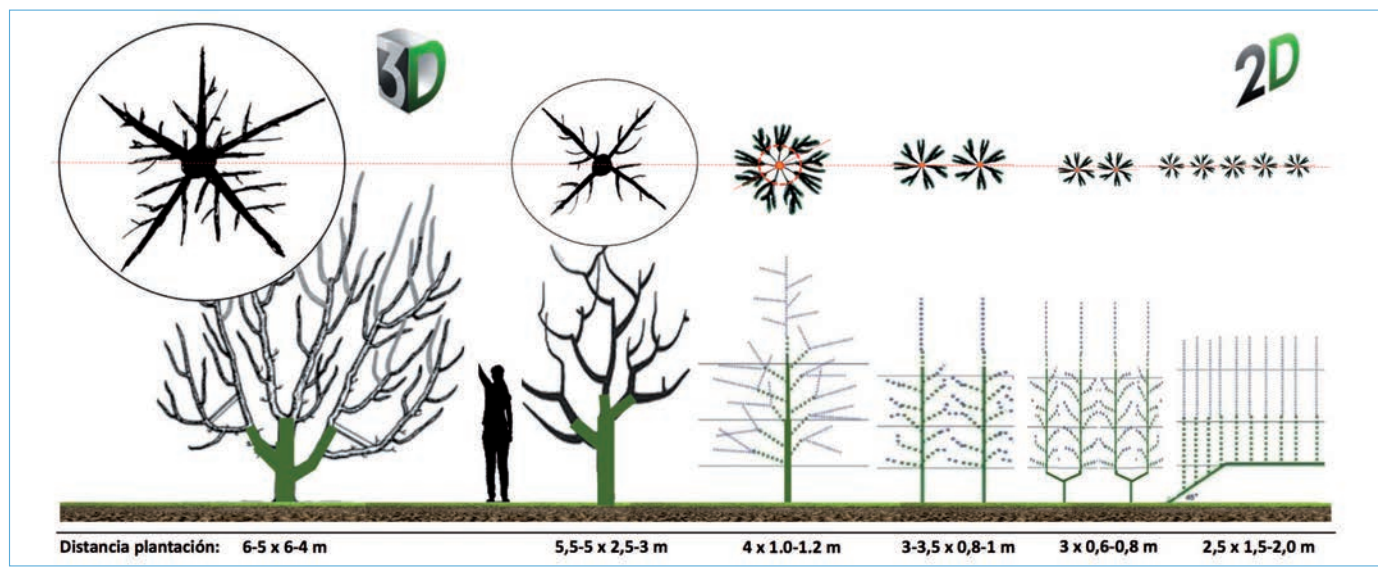
cultivo, fertilización y mantenimiento del suelo. Reducir el volumen de la copa y mejorar la accesibilidad a la misma se impone ante el encarecimiento constante del coste de la mano de obra, su cada vez menor disponibilidad, y de otros inputs.

El vaso, con patrones vigorosos con sus diferentes modalidades, fue el sistema de referencia a mediados del siglo XX en todas las especies frutícolas (figura 2). Progresivamente se desarrollaron sistemas planos como la palmeta, con mayores requerimientos de mano de obra para su formación. El desarrollo posterior de los patrones enanizantes en manzano y peral, dio paso al eje central con sus diversas modalidades como el “solaxe”, el “tal-spindle” o el “super spindle”. Actualmente son el eje o bieje con menores marcos de plantación los más utilizados.

En especies de hueso (melocotonero, cerezo, albaricoquero, ciruelo), el sistema de conducción más común es el vaso con sus diversas variantes, como el vaso de verano de pequeño volumen con patrones vigorosos y el uso generalizado de paclobutrazol en melocotonero, aunque con una disponibilidad incierta en el futuro. Ello obliga a plantear sistemas de formación con patrones de menor vigor, como en manzano, peral o cerezo.

La evolución de los últimos años indica en todas las especies una clara tendencia hacia copas bidimensionales a partir de árboles de pequeño volumen y menores marcos de plantación, tal como se ilustra en la figura 2. Cada árbol debe ocupar un menor espacio al aumentar la densidad de plan-

FIG. 2 Evolución de los sistemas de formación en las últimas décadas en especies frutales desde las formas en volumen o 3D a las planas o 2D como el eje, bиеje y multileader. En la parte superior proyección horizontal de la copa. En la inferior marcos de plantación asociados.



Signum[®] FR

Hasta aquí se ven
los resultados

AgCelence[®]
Más es posible.

BASF
We create chemistry

Nuestro campo es...

INNOVACION

tecnología emprendimiento
comunidad conocimiento
sostenibilidad desarrollo globalidad



www.plataformatierra.es

Tú estás aquí.
Y todo nuestro sector agroalimentario.

TIERRA

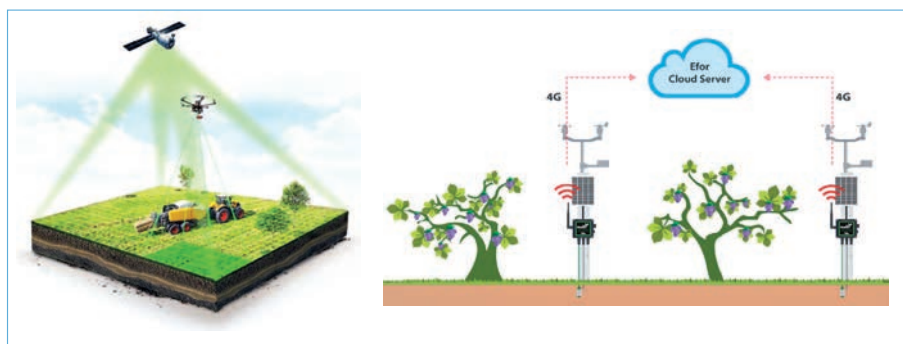
PLATAFORMA DIGITAL AGROALIMENTARIA CAJAMAR





La recolección, por su alto requerimiento en mano de obra ha sido la primera tarea objeto de robotización por varias empresas como Abundant Robotics (Estados Unidos), FF Robotics y Tevel (Israel), de izquierda a derecha.

FIG. 3 Imágenes satelitales, monitorización de datos, sensorización y digitalización, herramientas cada para una gestión eficiente de inputs. Fuente: Hemav y Libelium.



side-by-side. Esta reducción supone un ahorro para el productor además de un beneficio medioambiental.

El avance de los últimos años de las estrategias de producción integrada unido al desarrollo de estaciones climáticas automáticas permite la monitorización de las condiciones ambientales y el desarrollo de modelos predictivos de enfermedades como el moteado o el mildiu. Ello constituye una gran ayuda para la decisión del momento óptimo de aplicación, lo que unido a la mejora de los pulverizadores, supone una mejora significativa en la eficiencia del uso de los pesticidas.

Los fertilizantes, junto al agua de riego representan un coste importante de producción. El desarrollo en la última década de equipos de medición del contenido de agua del suelo y del estado hídrico de la planta ha posibilitado, además de la automatización del riego, una notable mejora

de la eficiencia del agua y de los fertilizantes, cada vez más ajustados a las necesidades nutritivas reales de la planta. Ello unido a formulaciones cada vez más eficientes desde el punto de vista de absorción y contenido de nutrientes, a la generalización de la fertirrigación y al progresivo proceso de intensificación basada en árboles más pequeños y eficientes productivamente ha posibilitado la reducción por ejemplo de N de entre un 40-60% respecto a los años 70-80 del siglo pasado.

Conclusiones

Se han expuesto los tres pilares sobre los que se sustenta el futuro de la producción frutícola de nuestro país:

- La mejora genética como generadora de nuevas variedades y de patrones, cada vez mejor adaptados a las condi-

ciones edafoclimáticas, al cambio climático, con la incorporación progresiva de resistencias a plagas y enfermedades y una constante adaptación a las exigencias de los consumidores, constituirá la piedra angular.

- El desarrollo de plantaciones intensivas, asociadas a copas bidimensionales como requisito indispensable para reducir el período improductivo, mejorar la eficiencia de la mano de obra, de la maquinaria y de los productos fitosanitarios por su mejor accesibilidad.
- La mejora continuada de la tecnología de producción, mediante la mecanización y la robótica en último término, la digitalización para facilitar la gestión de plagas y enfermedades, riego y abonado serán claves para una gestión eficiente de inputs, en particular la mano de obra y la sostenibilidad ambiental de las plantaciones (**figura 3**).

Solamente la intensificación combinada con el uso de formas planas puede conducir a una fruticultura de precisión y eficiente. En definitiva, el tránsito hacia la intensificación sostenible definida por la FAO. Y esta es la respuesta al Pacto Verde y a la Estrategia de la Granja a la Mesa propuesta por la Unión Europea en el marco de la nueva PAC. Es el futuro y a la vez el reto para una fruticultura eficiente y sostenible. Sostenibilidad basada en el conocimiento y la innovación, necesaria tanto ambientalmente como socialmente, pero también para las rentas de los productores. ■